

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-292601  
 (43)Date of publication of application : 04.12.1990

(51)Int.Cl.

G05B 13/02

(21)Application number : 01-113372  
 (22)Date of filing : 02.05.1989

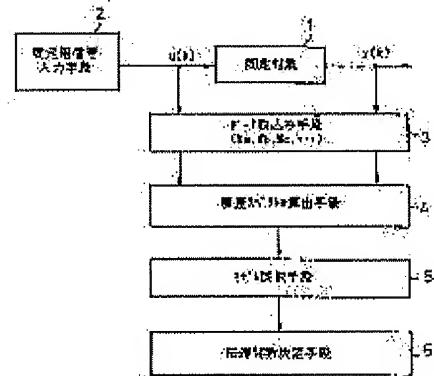
(71)Applicant : TOSHIBA CORP  
 (72)Inventor : ADACHI SHUICHI

## (54) IDENTIFICATION DEVICE FOR CONTROL SYSTEM

## (57)Abstract:

PURPOSE: To easily and speedily identify a highly precise frequency characteristic for a system with large observation noise by calculating the spectrums of errors through the use of multiple models different in the number of degrees and comparing them by means of a threshold.

CONSTITUTION: A means 2 inputting a signal for identification such as an M sequence code to a control system 1 being the object of identification, a data fetching means 3 inputting input/output signals  $\mu(k)$  and  $y(k)$  being the object of identification in parallel with respect to the multiple identification models  $M_a, M_b, M_c, \dots$  different in the number of degrees, which have previously been prepared, a means 4 obtaining the residual frequency spectrums based on identification residuals calculated for respective models, a means 5 selecting the target model by setting that respective spectrums are less than the prescribed threshold to be a condition, and a means 6 deciding the transfer function of the object 1 based on the selection model are provided. The input /output signals being the object of identification are inputted to the multiple identification models different in the number of degrees, the residual frequency spectrums are obtained based on the identification errors calculated for respective models and the model is adopted on condition that the frequency spectrums are less than the prescribed threshold.



特願 2002-192815 1/1

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開  
⑫ 公開特許公報 (A) 平2-292601

⑪ Int. Cl. 6  
G 05 B 13/02

識別記号 庁内整理番号  
D 8527-5H

⑬ 公開 平成2年(1990)12月4日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全6頁)

⑭ 発明の名称 制御系の同定装置

⑮ 特願 平1-113372  
⑯ 出願 平1(1989)5月2日

⑰ 発明者 足立 修一 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究所内

⑱ 出願人 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑲ 代理人 弁理士 三好 秀和 外1名

明細書

1. 発明の名称

制御系の同定装置

2. 特許請求の範囲

(1) 同定対象たる制御系にM系列符号など同定用信号を入力する同定用信号入力手段と、前記同定対象の入出力信号を予め準備した次数の異なる多数の同定モデルに対し並列に入力するデータ取込み手段と、各モデル毎に算出された同定残差に基いて残差の周波数スペクトルを求める残差スペクトル算出手段と、各スペクトルが所定のしきい値以下であることを条件として所望のモデルを採択するモデル採択手段と、採択されたモデルに基いて前記同定対象の伝達関数を決定する伝達関数決定手段を備えたことを特徴とする制御系の同定装置。

(2) 請求項1に記載の制御系の同定装置において、前記所望のモデルは、次数が最小のモデルであることを特徴とする制御系の同定装置。

(3) 請求項1に記載の制御系の同定装置において、

前記所望のモデルは、周波数応答線図を観察した上で決定することを特徴とする制御系の同定装置。

3. 発明の詳細な説明

【発明の目的】

(産業上の利用分野)

本発明は制御系の同定装置に関する。

(従来の技術)

動特性が未知の制御系を同定する方法の一例としては、いわゆる周波数応答法の例がある。この方法は、入力信号としてある周波数の正弦波を加えたときの制御系の出力は同一周波数の正弦波となる性質を利用し、その周波数における制御系のゲイン特性、位相特性を求めるものである。

また、このような周波数特性を直接的に求める方法としては、高速フーリエ変換 (FFT) を用いた方法がある。このFFT法は観測雑音が少ない場合には有効である。

ところが、上記FFT法では、観測雑音が大きな場合には同定精度が著しく劣化する。

そこで、FFT法において同定精度を向上すべ

く観測雑音の影響を平均化し、時間領域において最小二乗法を用いてシステムのパラメータを同定し、求まった同定パラメータに基いて周波数特性ならびに振動パラメータを計算しようとする手法が提案されている。ただし、この手法で用いる同定モデルの次数（パラメータの個数）は固定されたものである。

一方、従来より、振動系は同定が難かしいとされていた。特に、減衰比の小さな振動モードは共振点と反共振点のエネルギーレベルが大きく異なるため、同定が困難であった。剛体モードと振動モードの信号のエネルギーレベルは一般に大きく異なるため、振動系は数値的に同定が難かしくなる。また、経験的には、同定モデルの次数を大きくすると振動モードの同定精度が向上することが知られているが、同定モデルの最適な次数の決定は試行錯誤に頼っていた。

#### （発明が解決しようとする課題）

以上のように、FFT法に基づいてシステムの周波数特性を同定するとき、観測雑音が大きい

対し並列に入力するデータ取込み手段3と、各モデル毎に算出された同定残差に基いて残差の周波数スペクトルを求める残差スペクトル算出手段4と、各スペクトルが所定のしきい値以下であることを条件として所望のモデルを採択するモデル採択手段5と、採択されたモデルに基いて前記同定対象1の伝達関数を決定する伝達関数決定手段6を備えたことを特徴とする。

#### （作用）

本発明の制御系の同定装置では予め準備した1, 2, 3…20, …50次など、次数の異なる多数の同定モデルに対し同定対象の入出力信号を入力し、各モデル毎に算出された同定残差に基いて残差の周波数スペクトルを求める、各スペクトルが所定のしきい値以下であることを条件として、例えば最小次数のモデルを採択する。

したがって、次数を可能な限りにおいて低下させた状態で、多数のモデルの中から最適モデルを採択することができる。

また、多数のモデルを並列処理するので演算処

理には精度のよい推定値を得ることが困難であった。また、時間領域での同定法では、同定モデルの次数は固定されており、システムの周波数特性を精度よく同定することが難しかった。さらに、同定モデルの次数を大きくすると振動モードを精度よく同定できることが知られていたが、最適な同定モデルの次数の決定法は、明らかにされていなかった。

そこで本発明は、観測雑音が大きなシステムに対しても、高精度の周波数特性を容易、迅速に同定できる制御系の同定装置を提供することを目的とする。

#### 【発明の構成】

##### （課題を解決するための手段）

上記課題を解決する本発明の制御系の同定装置は、第1図にその概要を示すように、同定対象たる制御系1にM系列符号など同定用信号を入力する同定用信号入力手段2と、前記同定対象の入出力信号u(k), y(k)を予め準備した次数の異なる多数の同定モデルMa, Mb, Mc…に

理に多くの時間を要することもない。

#### （実施例）

以下、本発明の実施例を説明する。

第2図は、第1図のデータ取込み手段3及び残差スペクトル算出手段4、モデル採択手段5を、より具体的な形で示した実施例である。

図示のように本例では、残差スペクトル算出手段4及びモデル採択手段5は、UD分解同定アルゴリズム部7a, 7b, 7cと、同定残差系列算出部8a, 8b, 8cと、FFT部9a, 9b, 9cと、比較部10a, 10b, 10cを備え、同一添字a, b, cの部材を直列に接続した形の並列回路で構成されている。添字a, b, cは同定モデルの次数の相違を表わすが、実際の並列数は、a, b, c3種に止まらず、10, 20, 30…個と多数の並列回路で構成されるものである。

前記UD分解同定アルゴリズム部7a, 7b, 7cと、前記同定対象1の出力端との間には、データ取込み手段3として、同定対象1への入力信号u(k)に対する出力信号y(k)の大きさを

調整するスケーリング部 11 が設けられている。

前記 U D 分解アルゴリズム部 7a, 7b, 7c では、それぞれに設定されたモデルを用い、いわゆる U D 分解を行って、それぞれのパラメータ推定値  $\hat{\theta}$  を算出する。

前記同定残差列算出部 8a, 8b, 8c は、それぞれに入力される前記パラメータ推定値  $\hat{\theta}$  を用いてそれぞれの同定次数に対応する同定残差列  $e_i(k)$  を、例えば次数が小さいモデルに対して次式によって算出する。

$$e_i(k) = y(k) - \hat{\theta}_i^T x(k)$$

を計算する。ここで  $x(k)$  は入出力データから構成されるデータベクトルである。

前記 FFT 部は、前記同定残差系列  $e_i(k)$  を用いてそれぞれの残差系列のスペクトルを求める。本例では FFT を用いてスペクトルを計算しているが、他の方法、例えば AR モデルを用いたスペクトルの推定法なども利用できる。

前記比較部 10a, 10b, 10c は、かくして求められた残差のスペクトルをしきい値  $P_0$  と

比較し、しきい値  $P_0$  以下であることを条件としてより低次のモデルを採択し、伝達関数決定手段 6 に与えるものである。

第 3 図にモデル同定方式のフローチャートを示した。

ステップ 301 で残差のスペクトルを入力し、ステップ 302 で、全ての周波数帯域でスペクトルがしきい値より小さな値をもつ最小次数の同定モデルを選択する。

次いで、ステップ 303 で選択された同定モデルのパラメータ推定値より周波数特性を求め、ステップ 304 で同定モデルの極、零点を計算し、剛体モードの慣性モーメント、主要振動モードの周波数、減衰比を計算し、ステップ 305 で、同定された主要モードの情報に基いて低次の伝達関数を構成する。

次に応用例を示す。

第 4 図に大型人工衛星に用いる太陽電池パドルの模擬装置を示した。

この装置は、軽量で振動モードを多く含む柔軟

パネル 12 を DC モータ 13 により回転させ、所定角速度  $\theta$  に制御するものであるが、柔軟パネルをゆるやかに回転、停止させ、本体装置（図示せず）との間で相互に干渉することなく円滑な制御を実行する必要がある。

そこで、今、前記 DC モータ 13 に、M 系列信号を入力し、出力信号として柔軟パネルの姿勢角度  $\theta$  を得、これを第 2 図に示す入出力信号比  $u(k)$ ,  $y(k)$  とした。

第 5 図 (a)、第 6 図 (a)、第 7 図 (a) に次数 4, 14, 18 のモデルによる結果を示した。 (a) 図は残差のスペクトル線図、(b) 図はゲイン特性と位相特性のボード線図である。ボード線図において、A は構造解析結果としての公称値、B は推定値である。

図において、次数 4, 14 ではしきい値  $P_0$  より大きなスペクトルが存在しているが、次数 18 では全ての周波数帯域においてしきい値  $P_0$  よりスペクトルの値が小さくなっている。 (b) 図に示した同定された周波数特性をみると、次数 4 では板

動モードは同定されず、次数を増加させていって 14 にすると、1 次振動モードがやや同定されてくる。(b) 図に示す残差のスペクトルも 4 次の場合と比較すると、平坦になっており、同定の精度が向上している。さらに、同定モデルの次数が 18 次の場合には 1 次振動モードが精度よく同定されていることがわかる。

本例では、次数の異なるモデルを 3 例で示しているが、より多数のモデルからでも同一演算速度で所要の解が得られるものである。

このように、本例では、誤差のスペクトルをしきい値  $P_0$  との比較により予め分類した上で、ボード線図の検討により適正なモデルを採択することができる。同定を迅速、かつ確実に行うことができる。

上記実施例では、固定のしきい値  $P_0$  を示したが、しきい値  $P_0$  は一又は複数のモデルを絞り込むべく自動で変動させるようにしてもよい。また、残差のスペクトル線図を表示しつつ、手動操作で変化させることもよい。

本発明は、上記実施例に限定されるものではなく、適宜の設計的変更を行うことにより、この他の適宜様で実施し得るものである。

#### 【発明の効果】

以上の通り、本発明は特許請求の範囲に記載の通りの制御系の同定装置であるので、並列配置された次の異なる多數のモデルを用いて誤差のスペクトルを算出し、所定のしきい値で比較することにより最適モデルを絞り込むことができ、観測雑音が大きなシステムに対してても、高精度な周波数特性を容易、迅速に同定できる。

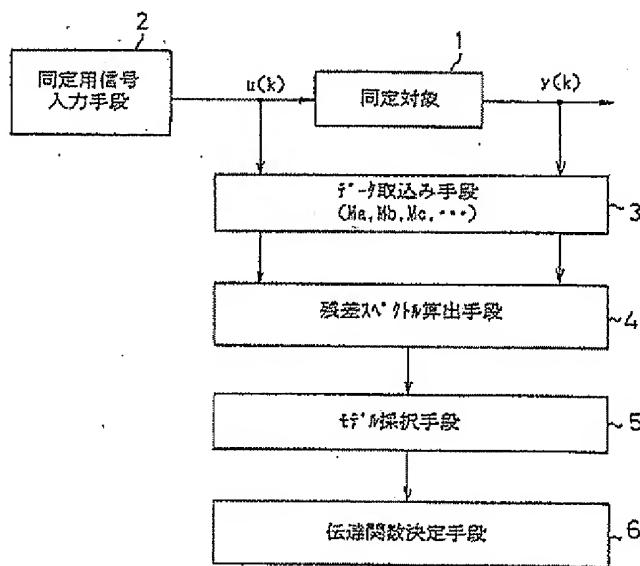
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の概要を示す図、第2図は本発明の一実施例に係る制御系の同定装置を第1図の具体例として示すブロック図、第3図はモデル同定方式の一例を示すフローチャート、第4図は本発明の他の実施例を示すための適用装置の説明図、第5図(a)(b)は4次のモデルについての残差スペクトル線図とゲイン及び位相のボード線図、第6図(a)(b)は14次のモデルについての残差スペクトル

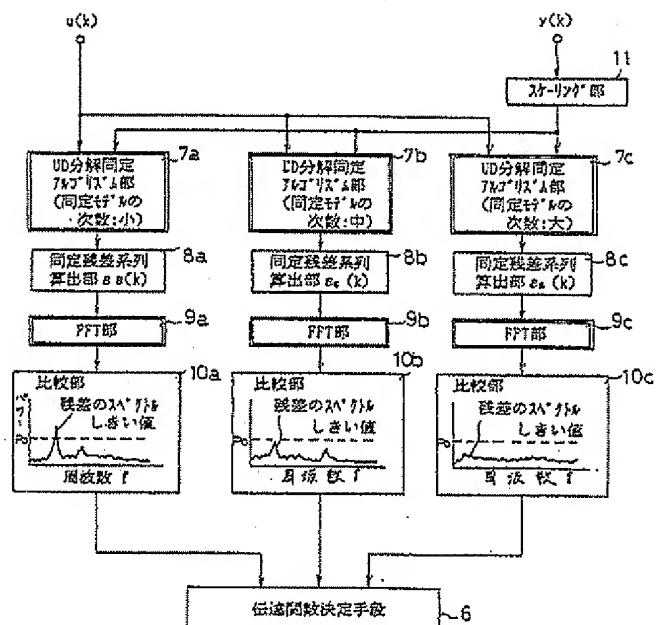
線図とゲイン及び位相のボード線図、第7図(a)(b)は18次のモデルについての残差スペクトル線図とゲイン及び位相のボード線図である。

- 1 … 同定対象
- 2 … 同定用信号入力手段
- 3 … データ取込み手段
- 4 … 残差スペクトル算出手段
- 5 … モデル選択手段
- 6 … 伝達関数決定手段

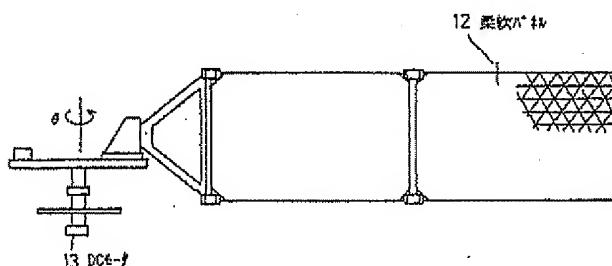
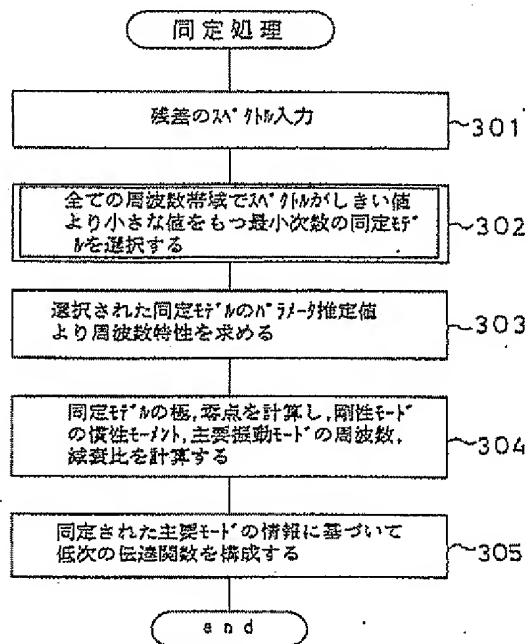
代理人会員三好秀和



第1図

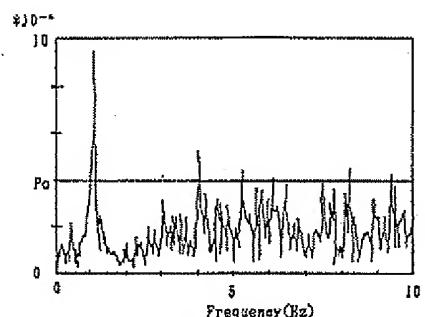


第2図

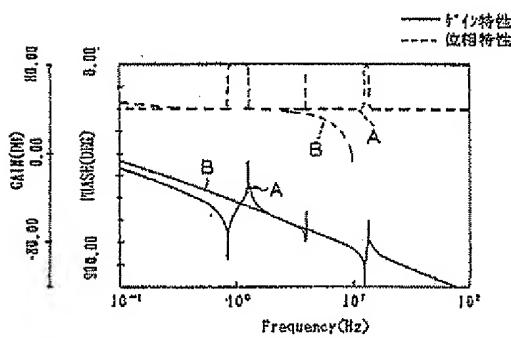


第4図

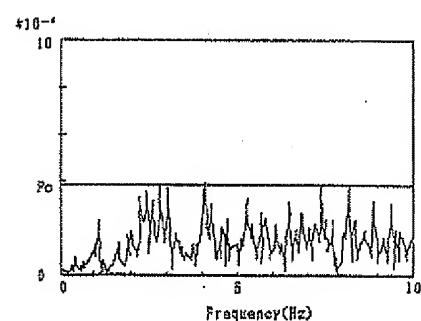
第3図



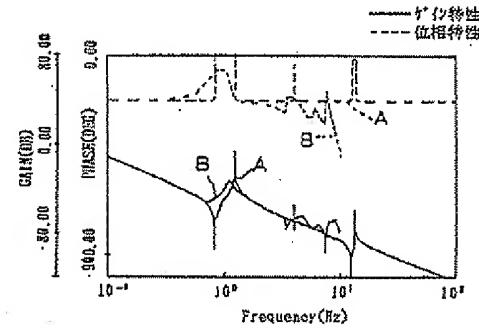
第5図 (a)



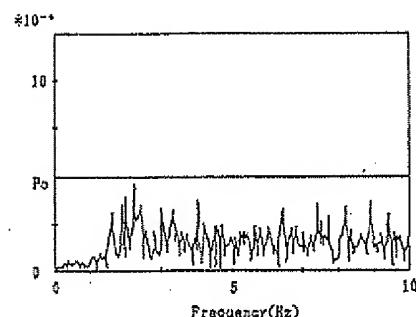
第5図 (b)



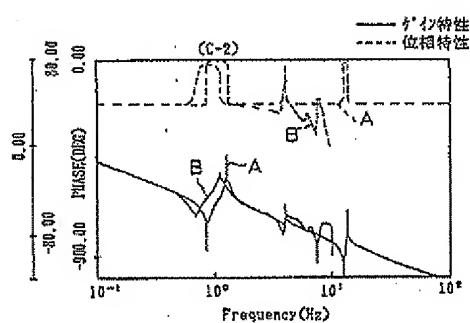
第6図 (a)



第6図 (b)



第 7 図 (a)



第 7 図 (b)